

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра електричної інженерії**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Леонід Бачурін

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОК16 САПР в енергетиці**

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «САПР в енергетиці» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», бакалавр)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року, 9 с.

Розробник: Нємцев Е.М., старший викладач кафедри електричної інженерії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № 3 від « 30 » 09 2021 р.

Завідувач кафедри електричної інженерії

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Колларов О.Ю.

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р

Схвалено Науково-методичною комісією галузі знань 14 Електрична інженерія

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Голова \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) (підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Професійної підготовки	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекції:	48	8
практичні заняття:	32	4
лабораторні заняття:	–	–
семінари:	–	–
самостійна робота:	100	168
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Нємцев Едуард Миколайович <a href="http://elin.donntu.edu.ua">http://elin.donntu.edu.ua</a> <a href="mailto:eduard.niemtsev@donntu.edu.ua">eduard.niemtsev@donntu.edu.ua</a>	

**Передумови для вивчення дисципліни:** «Фізика», «Вища математика».

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «САПР в енергетиці» є пізнання системних принципів моделювання і сучасних підходів до моделювання в задачах інноваційного синтезу і структурно-системного аналізу електромеханічних об'єктів та систем на їх основі, з можливістю здійснення передбачення нових різновидів електромеханічних систем, а також набуття навичок та вмінь вибору та застосування відповідних моделей для розв'язання широкого кола інноваційних задач в енергетиці.

Дисципліна «САПР в енергетиці» вивчається у третьому семестрі освітньої програми поряд з дисциплінами «Іноземна мова за професійним спрямуванням. Частина 1», «Теорія електричних кіл», «Теоретичні основи електротехніки. Частина 1», «Електричні вимірювання», «Охорона праці та БЖД».

### Загальні компетентності:

ІК1. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК07. Здатність працювати в команді.

ЗК08. Здатність працювати автономно.

### Фахові компетентності:

ФК1. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

ФК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

#### **Програмні результати навчання:**

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР16. Знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

### **3. Очікувані результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни «САПР в енергетиці» студент повинен:

#### **знати:**

- призначення та основні можливості операційних систем персонального комп'ютера;
- основні етапи створення та проведення презентацій;
- можливості програм для роботи з розкладом, контактами та задачами;
- види комп'ютерної графіки та програми, що дозволяють виконувати різні операції над рисунками, схемами та діаграмами;
- можливості сучасного програмного забезпечення для створення слайдів, схем, креслень та діаграм;
- класифікацію та принципи аналізу і розрахунку електротехнічних систем;
- теоретичні підстави побудови систем на різній елементній базі;
- методи застосування ЕОМ для оцінки параметрів електричних принципів;
- методи синтезу та оптимізації пристроїв електромеханіки на основі польових математичних моделей.

**вміти:**

- використовувати операційні системи персонального комп'ютера для запуску інших програм та керуванню інформацією, що зберігається у пам'яті комп'ютера;
- створювати та редагувати рисунки за допомогою різних графічних редакторів, додавати рисунки до текстових документів;
- створювати презентації;
- працювати з графічними редакторами CAD-програм;
- створювати за допомогою програм КОМПАС-ГРАФИК та SolidWorks об'ємні параметричні деталі, збірки, обладнання та механізми, створювати їх розрахункові схеми;
- складати схеми моделей електричних систем, володіти практичними навичками використання засобів управління;
- оцінювати якість моделювання процесів та пристроїв;
- використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, управління енергопостачанням та енерговикористанням.

**4. Засоби діагностики результатів навчання**

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «САПР в енергетиці» є:

- екзамен, що проводиться у комп'ютерному класі на комп'ютерах в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «САПР в енергетиці» і в терміни, встановлені навчальним планом.
- розрахункова робота передбачає виконання індивідуальних завдань у прикладних програмах: «Компас», «SolidWorks» і «Matlab».
- на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які сумуються протягом семестру.

**5. Критерії оцінювання результатів навчання**

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

– д.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
3	3	3	3	3	3	3	3	16	40	60	100
2	2	2	2	2	2	2	2	8	24	60	84

– з.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	ІНДЗ	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
6	–	6	6	–	–	6	–	16	40	60	100
3,5	–	3,5	3,5	–	–	3,5	–	10	24	60	84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 6 Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Основні теми дисципліни

#### Тема 1. Вступ в автоматизоване проектування

Поняття проектування. Принципи системного підходу. Структуризація процесу проектування, що виражає декомпозицією проектних задач і документації, виділенням стадій, етапів, проектних процедур. Ітераційний характер проектування. Типізація й уніфікація проектних рішень і засобів проектування.

#### Тема 2. Рівні проектування.

Системний рівень. Макрорівень. Мікрорівень. Аспект опису. Інформаційний опис. Структурний опис. Поведінковий опис. Стадії проектування. Моделі і їхні параметри в САПР.

#### Тема 3. Проектні процедури

Життєвий цикл виробів. Структура САПР. Забезпечення САПР. Етапи проектування автоматизованих систем.

#### Тема 4. Технічне забезпечення САПР.

Вимоги до технічного забезпечення САПР. Процесори ЕОМ – призначення, основні характеристики. Пам'ять ЕОМ. Периферійні пристрої. Шини комп'ютера.

#### Тема 5. Пакети автоматизованого проектування.

Складові процесу проектування. Основні відомості про САПР. Переваги застосування інженерних САПР та їх роль у галузі матеріального виробництва. Стан ринку інженерних САПР. Характерні особливості розробки інженерних САПР. Класифікація САПР і їхніх користувачів. Архітектурні та будівельні САПР.

#### Тема 6. Математичне забезпечення САПР.

Вимоги до математичних моделей і методів у САПР. Вихідні рівняння для формування моделей на макрорівні. Вибір методів аналізу в часовій області.

#### Тема 7. Алгоритми чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь.

Методи рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи рішення систем нелінійних алгебраїчних рівнянь. Аналіз у частотній області. Багатоваріантний аналіз. Математичні моделі для аналізу на мікрорівні.

#### Тема 8. Креслярський редактор КОМПАС-ГРАФІК.

Головне вікно системи. Створення нового документа. Панель інструментів. Панель властивостей. Методи геометричної побудови. Об'єктні прив'язки. Команди редагування. Нанесення розмірів. Принципи проекційного креслення. Геометричні об'єкти в системі КОМПАС-2D. Моделювання об'ємних збірок в системі КОМПАС-3D.

#### Тема 9. Пакет тривимірного моделювання SolidWorks.

Знайомство з SolidWorks. Загальні принципи тривимірного проектування виробів в SolidWorks. Панель інструментів. Диспетчер команд. Автоматичне нанесення розмірів. Зміна орієнтації виду. Розрізи.

### **Тема 10. Математичне моделювання електромеханічних пристроїв.**

Основні положення теорій моделювання. Процес моделювання. Види моделювання. Види моделей. Вимоги до моделей. Моделювання електричних машин як об'єкта електромеханічної системи.

### **Тема 11. Методологія моделювання мультиполів в сучасних пристроях електромеханіки.**

Кінцево-елементні програмні продукти для моделювання електромагнітних полів в електромеханічних пристроях. Методологія моделювання електромагнітних полів в сучасних пристроях електромеханіки. Синтез та оптимізація пристроїв електромеханіки на основі польових математичних моделей.

### **Тема 12. Автоматизовані системи в промисловості.**

Автоматизовані системи керування підприємством (АСКП). Стандарт MRP (методологія ефективного планування ресурсів виробничого підприємства). Логістичні системи. SCM та CRM-системи взаємин із замовниками.

## **6.2. Теми практичних (семінарських) занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Практична робота 1 (до тем 1–4). Прийоми застосування текстових процесорів: автоматичне форматування документів, вставки рисованих об'єктів і графіки в текст, складання змістів і покажчиків, перевірка орфографії.	4	1
2	Практична робота 2 (до теми 5). Вивчення прийомів використання табличних процесорів: обчислення силами кінцевого користувача; засоби ділової графіки, програми спеціалізованої обробки (вбудовані функції, робота з базами даних, статистична обробка даних й ін.).	4	—
3	Практична робота 3 (до тем 6, 7). Розв'язування прикладних задач засобами MATCAD: загальна характеристика, області застосування; особливості системи, структура пакета та основні компоненти; інтерфейс (головне вікно, панелі інструментів), графіка, основні правила запису рівнянь.	4	1
4	Практична робота 4 (до теми 8). Креслярський редактор КОМПАС-ГРАФІК: вивчення основних геометричних об'єктів в системі КОМПАС-2D на приладі створення кресленика «Плоский контур».	4	1
5	Практична робота 5 (до теми 8). Моделювання об'ємних збірок в системі КОМПАС-3D; проєкційні види і асоціативні зв'язки 3D і 2D-моделей; створення просторової моделі геометричного тіла та її кресленика в напівавтоматичному режимі.	4	—
6	Практична робота 6 (до теми 9). Пакет тривимірного моделювання SolidWorks: знайомство з інтерфейсом; створення ескізу та робочого креслення.	4	—
7	Практична робота 7 (до теми 10). Запуск Simulink. Перелік бібліотек та демонстрацій. Типи Simulink-блоків. Створення та редагування моделей.	4	1
8	Практична робота 8 (до теми 10). Знайомство з бібліотечними нелінійними блоками програми Simulink. Створення підсистем. Маскування підсистем.	4	—
Усього годин		32	4

## **6.3. Теми лабораторних занять**

Навчальним планом не передбачено.

#### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Вступ в автоматизоване проектування	8	14
2	Тема 2. Рівні проектування.	8	14
3	Тема 3. Проектні процедури	8	14
4	Тема 4. Технічне забезпечення САПР.	8	14
5	Тема 5. Пакети автоматизованого проектування.	8	14
6	Тема 6. Математичне забезпечення САПР.	8	14
7	Тема 7. Алгоритми чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь.	8	14
8	Тема 8. Креслярський редактор КОМПАС-ГРАФІК.	10	14
9	Тема 9. Пакет тривимірного моделювання SolidWorks.	10	14
10	Тема 10. Математичне моделювання електромеханічних пристроїв.	8	14
11	Тема 11. Методологія моделювання мультиполів в сучасних пристроях електромеханіки.	8	14
12	Тема 12. Автоматизовані системи в промисловості.	8	14
	<b>Усього годин</b>	<b>100</b>	<b>168</b>

#### 6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом передбачено виконання індивідуальної розрахункової роботи. Мета роботи – закріплення теоретичних знань і практичних навичок, одержаних на лекційних та лабораторних заняттях.

Індивідуальна робота з дисципліни «САПР в енергетиці» виконується студентами у вигляді графічної роботи, що складається з кількох завдань:

1. Розробка креслень у графічному редакторі «Компас-2D».
2. Розробка 3D-моделі у графічному редакторі «Solidworks».
3. Складання заданої моделі у середовищі «Matlab».

Методика розробки та варіанти завдань наведені в представлених нижче методичних рекомендаціях та у рекомендованій літературі.

### 7. Література

#### 7.1. Основна

1. Сандлер А.К. Основы САПР. – Одесса: Издательство ОНМА: 2006. – 264 с.
2. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень / [під заг. ред. Р. Н. Кветного] – Вінниця : ВНТУ. 2012. – ч. 1 – 196 с.; ч. 2 – 230 с.
3. Рябенкий, В.М. Основы моделювання систем і процесів в електротехніці: використання пакета прикладних програм MATLAB / Simulink / В.М. Рябенкий, С.В. Драган, Л.В. Солобуто – Львів: Новий Світ-2000, 2012. – 385 с.
4. Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Ветохін В.І., Злобіна В.С. «Інформаційні технології. Автоматизація розробки конструкторської документації в системі КОМПАС-3D». Навчальний посібник для студентів тепло-енергетичного факультету для всіх форм навчання. Назва органа сертифікації: Методична рада НТУУ «КПІ», 2012 – 182 с.
5. Ветохін В.І., Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Мінаковський В.М. Розробка енергетичних схем в автоматизованій системі КОМПАС-3D. Навчальний посібник для студентів, які навчаються за галуззю знань 0506 «Енергетика та енергомашинотобудування». К.: Видавництво «БМТ», 2013. – 50 с.
6. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. / А.А. Алямовский и др. – BHV-Петербург, 2008, – 1040 с.



7. Исаев Ю.Н. Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей: учебное пособие/Исаев Ю.Н., Купцов А.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. – 231 с.

### **7.2. Допоміжна**

1. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование, М., «Компьютер-Пресс», 2002 – 296 с.
2. Кудрявцев Е.М. КОМПАС-3D V7. – М.: ДМК Пресс, 2006 – 664 с.
3. Исаев Ю.Н. Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей [Электронный ресурс]: учебное пособие/Исаев Ю.Н., Купцов А.М. – Электрон. текстовые данные. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013.
4. Вычисления, графики и анализ данных в Excel 2010 [Электронный ресурс]: самоучитель/М.П. Айзек [и др.]. – Электрон текстовые данные. – СПб.: Наука и Техника, 2013. – 352 с.
5. Мурашкин В.Г. Инженерные и научные расчеты в программном комплексе MathCad [Электронный ресурс]: учебное пособие / Мурашкин В.Г. Электрон текстовые данные. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. – 84 с.
6. Пакулин В.Н. Решение задач оптимизации управления с помощью MS Excel 2010 [Электронный ресурс]/ Пакулин В.Н. – Электрон, Текстовые данные. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 91 с.
7. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2007. – 272 с.
8. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна графіка – К., Каравела, 2008 – 272с.
9. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD. – К., Каравела, 2005 – 336 с.

### **7.3. Методична**

1. Методичні рекомендації до проведення практичних занять та самостійного вивчення дисципліни «САПР в енергетиці» – у розробці.
2. Методичні рекомендації до індивідуальних робіт з дисципліни «САПР в енергетиці» – у розробці.

## **8. Інформаційні ресурси**

1. <http://www.ascon.kiev.ua/> – Офіційний сайт «Компас-АСКОН» в Україні.
2. <https://solidworks.softico.ua/> – Офіційний сайт «Solidworks» в Україні.
3. <https://www.mathcad.com/> – Офіційний сайт «Mathcad»
4. <https://www.mathworks.com/products/matlab.html> – Офіційний сайт «Matlab».
5. <https://inlnk.ru/DBMnQ> – підручник для самостійного вивчення «Matlab».